



①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 196 54 026 A 1**

⑤1 Int. Cl.⁶:
F 01 N 7/08
F 02 C 6/12
F 01 N 3/20

⑦1 Aktenzeichen: 196 54 026.7
⑦2 Anmeldetag: 21. 12. 96
④3 Offenlegungstag: 25. 6. 98

DE 196 54 026 A 1

⑦1 Anmelder:
Dr.Ing.h.c. F. Porsche AG, 70435 Stuttgart, DE

⑦2 Erfinder:
Hemmerlein, Norbert, Dipl.-Ing., 75181 Pforzheim,
DE; Fuoss, Klaus, 72336 Balingen, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

⑤4 Abgasanlage für eine aufgeladene Brennkraftmaschine

⑤7 Die erfindungsgemäße Abgasanlage für eine aufgeladene Brennkraftmaschine enthält einen Abgasturbolader, dessen Abgasturbine ein Katalysator nachgeschaltet ist. Die Abgasanlage ist mit einer Bypassleitung versehen, die Abgase unter Umgehung des Abgasturboladers in die Abgasleitung leitet. Der der Abgasturbine des Abgasturboladers nachgeschaltete Katalysator wird zur Erzielung einer schnelleren Aufwärmung im Teillastbereich nur über einen Teil seiner Querschnittsfläche von dem die Abgasturbine durchströmenden Abgas beaufschlagt.

DE 196 54 026 A 1

Die Erfindung betrifft eine Abgasanlage für eine aufgeladene Brennkraftmaschine nach der Gattung des Hauptanspruches.

Aus der DE 195 03 748 A1 ist eine gattungsgemäße Abgasanlage beschrieben, deren Abgasturbolader am Turbinenausgang ein Diffusor nachgeschaltet ist. Durch diesen Diffusor soll erreicht werden, daß das die Turbine des Abgasturboladers durchströmende Abgas den nachgeschalteten Katalysator über seine gesamte Querschnittsfläche beaufschlagt. Durch diesen Diffusor kann dabei die Entfernung zwischen Turbine und Katalysator sehr gering gehalten werden, so daß nur geringe Wärmeverluste auftreten. Dieser Diffusor ist über seine Umfangsfläche mit einer Vielzahl von Durchtrittsöffnungen versehen, durch die Abgas, das über einen Bypass unter Umgehung des Abgasturboladers in die Abgasleitung eingeleitet wird, ebenfalls dem nachgeschalteten Katalysator zugeführt wird. Die Bypassleitung mündet dazu im Bereich des Diffusors auf dessen Außenseite in die Abgasleitung.

Aus der DE 31 15 739 A1 ist eine weitere Abgasanlage für aufgeladene Brennkraftmaschinen bekannt, bei der dem Abgasturbolader zwei Katalysatoren nachgeschaltet sind. Ein erster Startkatalysator ist dabei dem Abgasturbolader bzw. dessen Turbine mit relativ geringem Abstand nachgeschaltet. Dieser Startkatalysator ist ausgangsseitig mit einem Hauptkatalysator verbunden. Der Abgasturbolader kann über eine geregelte Bypassleitung überbrückt werden, die stromaufwärts des Abgasturboladers mit der Abgasleitung verbunden ist. Diese Bypassleitung mündet zwischen Startkatalysator und Hauptkatalysator in die Abgasleitung, so daß bei geöffnetem Bypassventil der Startkatalysator umgangen ist.

Der Erfindung liegt demgegenüber die Aufgabe zugrunde, eine gattungsgemäße Abgasanlage für eine aufgeladene Brennkraftmaschine dahingehend zu verbessern, daß die Aufwärmzeit des Katalysators nach einem Kaltstart der Brennkraftmaschine bzw. in der Aufwärmphase der Brennkraftmaschine verringert wird, um die sogenannte Anspringtemperatur schneller zu erreichen und somit eine schnellere Umsetzung des Abgases zu ermöglichen.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß mit den kennzeichnenden Merkmalen des Hauptanspruches gelöst.

Wird der dem Abgasturbolader bzw. der Abgasturbine direkt nachgeschaltete Katalysator nur über einen Teil seiner auf die Durchströmung bezogene Querschnittsfläche vom Abgas der Turbine durchströmt, ist durch das kleinere beaufschlagte Volumen eine schnellere Aufheizung möglich. Der direkt nachgeschaltete Katalysator, der in der Regel in seinem Volumen und seiner Querschnittsfläche auf einen hohen bis maximalen Abgasstrom ausgelegt ist, wird somit bei geringen Lasten bzw. Teillasten nur über einen Teil seiner Fläche bzw. einen Teil seines Volumens beaufschlagt, so daß bei geringen Lasten und Teillasten nicht das gesamte zur Verfügung stehende Katalysatorvolumen genutzt wird.

Die Teilbeaufschlagung des nachgeschalteten Katalysators kann auf besonders vorteilhafte Weise erreicht werden, wenn der Abgasturbine des Abgasturboladers ein die Expansion des ausströmenden Abgases beeinflussendes Leitelement nachgeschaltet ist. Dieses Leitelement kann auf besonders vorteilhafte Weise direkt am Ausgang der Turbine angeordnet werden. Durch dieses Leitelement kann die Expansion des ausströmenden Gases beeinflusst und gerichtet werden. Damit ist es insbesondere möglich, eine Ausbreitung des Abgases quer zur Strömungsrichtung weitgehend zu verhindern bzw. einzuschränken.

Ein derartiges Leitelement an der Ausgangsseite der Ab-

gasturbine ist besonders wirkungsvoll, wenn es aus einem durchströmten Rohr besteht, dessen Ausgangsquerschnitt kleiner als der Eintrittsquerschnitt des nachgeschalteten Katalysators ist.

Eine derartige Abgasanlage läßt sich besonders kompakt und mit geringem Abstand zwischen Katalysator und Abgasturbolader ausbilden, wenn die den Abgasturbolader überbrückende Bypassleitung im Bereich des Leitelementes in die Abgasleitung mündet. Bei einer rohrförmigen Ausbildung des Leitelementes kann dabei zwischen Abgasleitung und Leitelement ein Zwischenraum ausgebildet werden, in den die Bypassleitung mündet. Damit kann das über die Bypassleitung strömende Abgas so geführt werden, daß diese Abgasteile die vom Hauptstrom durch die Turbine nicht beaufschlagten Teile des Katalysators durchströmen. Damit kann bei geöffnetem Bypassventil der nachgeschaltete Katalysator über seine sich aus zwei Teilquerschnittsflächen bestehende Gesamtquerschnittsfläche beaufschlagt werden. Ein Teil des Abgases durchströmt dabei die Abgasturbine und beaufschlagt den ersten Teilquerschnitt des nachgeschalteten Katalysators, der über die Bypassleitung strömende Anteil des Abgasstromes durchströmt den zweiten Teilquerschnitt des Katalysators. Da die an sich bekannte Regelung eines Abgasturboladers so ausgelegt ist, daß die Bypassleitung erst bei relativ hohen Motorlasten geöffnet wird, kann somit in diesem Leistungsbereich bzw. Lastbereich die gesamte Querschnittsfläche des nachgeschalteten Katalysators genutzt werden.

Die Durchströmung des direkt nachgeschalteten Katalysators sowohl durch das die Abgasturbine durchströmende Abgas als auch das durch die Bypassleitung strömende Abgas hat den Vorteil, daß über den gesamten Betriebsbereich der Brennkraftmaschine der gesamte Abgasstrom den unmittelbar hinter der Abgasturbine mit relativ geringem Abstand angeordneten Katalysator durchströmt.

Dem relativ nah hinter der Abgasturbine angeordneten Katalysator kann auf vorteilhafte Weise ein zweiter Katalysator (Hauptkatalysator) nachgeschaltet werden. Das hat den Vorteil, daß der erste relativ nah hinter dem Abgasturbolader angeordnete Katalysator als sogenannter Startkatalysator ausgebildet werden kann, dessen Querschnittsfläche und Volumen relativ klein ist, um eine schnelle Aufheizung und demzufolge ein schnelles Erreichen der Anspringtemperatur zu gewährleisten. Dieser erste Startkatalysator kann dann auf die in der Regel geringere Abgasmenge nach dem Kaltstart und während der Aufwärmphase ausgelegt werden. Der nachgeschaltete Hauptkatalysator kann dann mit einem wesentlich größeren Volumen vorgesehen werden, so daß eine Umsetzung eines wesentlich größeren Abgasvolumens bei Vollast möglich ist.

Die Aufwärmphase des ersten Katalysators läßt sich auf besonders vorteilhafte Weise dadurch verringern, daß in diesem eine Trennschicht ausgebildet ist, die einen Wärmeübergang zwischen dem vom Abgasstrom durch die Turbine beaufschlagten Volumen in den über die Bypassleitung angeströmten Teil des Volumens verhindert. Durch diese Trennschicht kann dabei der Wärmeübergang innerhalb der Katalysatormatrix durch geeignete Materialwahl beeinflusst bzw. verhindert werden.

Weitere Vorteile und vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen und der Beschreibung.

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in der nachfolgenden Beschreibung und Zeichnung näher erläutert. Letztere zeigt

in Fig. 1 einen nur teilweise dargestellten Längsschnitt durch eine erfindungsgemäße Abgasanlage, in den Fig. 2a und 2b Querschnitte durch Abwandlungen

des Leitelementes.

In der in Fig. 1 nur teilweise dargestellten Abgasleitung 1 ist ein Abgasturbolader 2 angeordnet, dessen Abgasturbine 3 auf nicht näher dargestellte Weise mit einem oder mehreren Brennräumen einer Brennkraftmaschine verbunden ist. An das Gehäuse 4 des Abgasturboladers bzw. der Abgasturbine schließt sich ein erster Abschnitt 5 der Abgasleitung 1 an. Dieser erste Abschnitt 5 der Abgasleitung 1 geht in einen zweiten Abschnitt 6 über, in dem ein erster Katalysator 7 angeordnet ist. Diesem ersten Katalysator 7 ist mit geringem Abstand ein zweiter Katalysator 8 in der Abgasleitung nachgeschaltet, dessen Volumen größer als das des ersten Katalysators 7 ist.

Der Abgasturbolader 2 hat darüber hinaus eine teilweise in das Gehäuse 4 integrierte Bypaßleitung 9 mit einer geregelten Bypaßklappe 10, die einerseits – auf nicht näher dargestellte Weise – mit einem oder mehreren Brennräumen der Brennkraftmaschine verbunden ist. Diese Bypaßleitung mündet stromab der Bypaßklappe 10 in den ersten Abschnitt 4 der Abgasleitung 1. Der grundsätzliche Aufbau eines Abgasturboladers mit Bypaßleitung und Bypaßklappe ist an sich bekannt und wird hier nicht näher erläutert.

Der Abgasturbine 3 des Abgasturboladers 2 ist ein als Rohr 11 ausgebildetes Leitelement nachgeschaltet, das am Ausgang 12 der Abgasturbine 3 in das Gehäuse 4 eingesetzt ist. Der Innendurchmesser des Rohres 11 entspricht dabei im wesentlichen dem ausgangsseitigen Ausströmdurchmesser der Abgasturbine. Das Rohr 11 ist mit seinem der Abgasturbine 3 zugewandten Ende 13 in eine den Ausgang 12 der Abgasturbine umgreifende zylindrische Ausnehmung 14 des Gehäuses 3 eingesetzt. Das Rohr 11 ist weiterhin durch eine dieses umgreifende Flanschplatte 15 gehalten, die mit Abstand zum turbinenseitigen Ende 13 angeordnet und mit umfangsseitigem Abstand zum Rohr 11 einerseits am Gehäuse 4 und andererseits am ersten Abschnitt 5 der Abgasleitung 1 befestigt ist. Zwischen dem Rohr 11 und dem ersten Abschnitt 5 der Abgasleitung verbleibt somit ein umlaufender Ringraum 16. Dieser Ringraum 16 setzt sich auf der dem Abgasturbolader zugewandten Seite der Flanschplatte 15 im Gehäuse 4 der Abgasturbine als Gehäuseerringraum 17 fort. In diesen Gehäuseerringraum 17 mündet die Bypaßleitung 9. Der Gehäuseerringraum 17 ist durch das Rohr 11 vom Ausgang 12 der Abgasturbine getrennt. Die Flanschplatte 15 ist im Bereich des Gehäuseerringraumes 17 bzw. des Ringraumes 16 mit einer Vielzahl von Öffnungen 22 versehen, durch die Abgas aus dem Gehäuseerringraum in den Ringraum bzw. die Abgasleitung 1 strömen kann. Das turbinenferne Ende 18 des Rohres 11 ist mit geringem Abstand zum ersten Katalysator 7 angeordnet. Die Abgasleitung 1, der erste Katalysator 7 und das Rohr 11 haben in diesem Ausführungsbeispiel jeweils einen zylindrischen Querschnitt. Eine andere Querschnittsform eines oder aller dieser Bauelemente ist jedoch ohne weiteres möglich. So kann beispielsweise die Abgasleitung und der erste Katalysator mit ovalem Querschnitt ausgebildet sein. Es ist ebenfalls möglich, auch das Rohr 11 mit anderem Querschnitt auszubilden, oder als Leitelement auszubilden, das sich weitgehend in einer Ebene erstreckt und die nachgeschaltete Abgasleitung 1 in zwei durch die Ebene getrennte Abschnitte unterteilt. Zwei Abwandlungen dieses Leitelementes sind in den Fig. 2a und 2b dargestellt. Das ebenfalls als Rohr 11 ausgebildete Leitelement ist durch ein Trennelement 23 bzw. 24 in Längsrichtung unterteilt. Das Trennelement 23 unterteilt dabei das Rohr 11 in zwei halbkreisförmige Zylinderabschnitte, während das in Form zweier gekreuzter Flächen ausgebildete Trennelement 24 das Rohr 11 in vier etwa gleich große, längsverlaufende Abschnitte unterteilt. Diese zusätzlichen Trennelemente 23, 24 dienen ebenfalls einer

gezielten Führung des Abgasstromes, wobei sie die durch den Austrittsdrall des Abgasstromes verursachte Aufweitung des Abgasstromes verhindern und die Abgasverteilung über die Querschnittsfläche gleichmäßig machen.

Der erste Katalysator 7, der erste Abschnitt 4 der Abgasleitung 1 und das Rohr 11 sind – wie zuvor angeführt – zylindrisch ausgebildet, wobei ihre Zylinderachsen bzw. Rohrachsen zumindest annähernd miteinander fluchten. Der erste Katalysator 7 ist darüber hinaus mit einer ringförmigen Trennschicht 19 ausgebildet, die einen ersten, inneren Abschnitt 20 des ersten Katalysators von einem zweiten, ringförmigen Außenabschnitt 21 thermisch trennt. Diese Trennschicht 19 ist so ausgebildet, daß ihre Wärmeleitfähigkeit geringer ist als die des umliegenden Katalysatormaterials. Die Trennschicht ist in diesem Ausführungsbeispiel ebenfalls zylindrisch bzw. ringförmig ausgebildet, ihr Durchmesser entspricht im wesentlichen dem Durchmesser des Rohres 11. Diese Trennschicht ist in diesem Ausführungsbeispiel über die gesamte Länge des ersten Katalysators ausgebildet. Es ist auch ohne weiteres möglich, die Trennschicht nur über einen Teil der Länge des Katalysators auszubilden, wobei diese Trennschicht dann in dem der Abgasturbine zugewandten Bereich des Katalysators angeordnet ist. Die Trennschicht im Katalysator kann in Abweichung vom dargestellten Ausführungsbeispiel in Anpassung an den Abgasstrom und das Leitelement auch andere Formgebungen aufweisen. So kann die Trennschicht bei Ausbildung eines ebenen Leitelementes ebenfalls eben ausgebildet sein und den Katalysator zumindest über einen Teil seiner Länge unterteilen.

Im Betrieb einer derartigen aufgeladenen Brennkraftmaschine durchströmt das Abgas bei geringen Lasten und im Teillastbereich vollständig die Abgasturbine. Bei höheren Lasten bzw. bei Vollast wird die Bypaßklappe 10 geöffnet, so daß ein Teil des Abgases unter Umgehung der Abgasturbine in den Gehäuseerringraum 17 strömen kann. Insbesondere nach einem Kaltstart der Brennkraftmaschine bzw. in der Aufwärmphase wird diese in der Regel nur im Teillastbereich betrieben, so daß die Bypaßklappe zumindest bis Erreichen der Betriebstemperatur der Brennkraftmaschine nicht oder nur kurzfristig geöffnet wird. Damit durchströmt im wesentlichen der Gesamtgasstrom die Abgasturbine 3 und das Rohr 11. Durch dieses nachgeschaltete Rohr 11 wird die Expansion des die Abgasturbine durchströmenden Abgases so geleitet, daß eine Ausdehnung quer zur Strömungsrichtung weitgehend verhindert wird. Der nachgeschaltete erste Katalysator 7 wird damit nur über einen Teil seiner Querschnittsfläche beaufschlagt, dieser Teil entspricht im wesentlichen dem ersten, inneren Abschnitt 20 des ersten Katalysators. Durch diese Teilbeaufschlagung des Katalysators wird das aufzuheizende Katalysatorvolumen nach einem Kaltstart gegenüber dem Gesamtvolumen verringert, so daß eine schnellere Aufheizung möglich ist. Durch diese schnelle Aufheizung wird die Anspringtemperatur des Katalysators schneller erreicht, so daß eine deutlich schnellere Umsetzung des Abgases als bei bisher bekannten Abgasanlagen für aufgeladene Brennkraftmaschinen ermöglicht wird. Wird die Brennkraftmaschine während oder nach der Aufwärmphase mit Vollast betrieben, wird die Bypaßklappe 10 über die nicht dargestellte und nicht näher erläuterte Motorelektronik angesteuert und geöffnet, so daß ein Teil des Abgases über die Bypaßleitung 9 in den Gehäuseerringraum 17 strömt. Dieser Gehäuseerringraum ist über die Öffnungen 22 in der Flanschplatte 15 mit dem Ringraum 16 in dem ersten Abschnitt der Abgasleitung verbunden. Das diesen Ringraum durchströmende Abgas beaufschlagt den ersten Katalysator im wesentlichen im Bereich des zweiten, äußeren Abschnittes 21. Der zweite, äußere Abschnitt des ersten Ka-

talysators wird vom durchströmenden Abgas relativ schnell aufgeheizt, sofern er nicht in Abhängigkeit von der Laufzeit bereits durch die Wärmeabfuhr des inneren Abschnittes auf seine Anspringtemperatur aufgeheizt ist.

Dem ersten Katalysator 7 ist wie zuvor beschrieben, ein zweiter, größerer Hauptkatalysator 8 nachgeschaltet, der ebenfalls durch das durchströmende Abgas aufgeheizt ist. In Abhängigkeit vom Abstand des zweiten Katalysators zum ersten Katalysator und abhängig davon ob im ersten Katalysator eine Trennschicht eingesetzt ist, kann dieser nachgeschaltete Katalysator zumindest im turbinenseitigen Bereich ebenfalls abschnittsweise durchströmt werden, so daß auch dieser innere Bereich schneller erwärmt wird.

Das als Leitelement dienende Rohr 11 ist mit geringem Abstand zur Stirnseite des ersten nachgeschalteten Katalysators angeordnet. Damit können in erster Linie unterschiedliche Wärmeausdehnungsverhalten des Rohres 11 und des Katalysators 7 ausgeglichen werden. Außerdem kann insbesondere bei Ausbildung einer Trennschicht im Katalysator ein geringer Anteil des Abgasstromes durch die sich ausbildenden Turbulenzen in den äußeren Abschnitt des Katalysators gelangen und somit eine Mindesterwärmung sicherstellen, um damit eine ungleichmäßige Alterung und Spannungsrisse zu vermeiden.

Insgesamt läßt sich mit einer derartigen Teilbeaufschlagung des ersten und gegebenenfalls des zweiten Katalysators eine schnellere Aufheizung im Teillastbereich erzielen.

Im Gegensatz zu dem hier dargestellten Ausführungsbeispiel ist es auch möglich, die Bypassleitung unabhängig vom Gehäuse des Abgasturboladers bzw. der Abgasturbine zu führen und in einen der Abgasturbine nachgeschalteten und dem Katalysator vorgeschalteten Abschnitt der Abgasleitung münden zu lassen. In diesem Bereich kann dann der entsprechende Abschnitt der Abgasleitung durch ein angepaßtes Leitelement unterteilt werden, um eine getrennte Beaufschlagung des nachgeschalteten Katalysators zu ermöglichen.

Patentansprüche

1. Abgasanlage für eine aufgeladene Brennkraftmaschine mit einer Abgasleitung (1), einem Abgasturbolader (2), dessen Abgasturbine (3) ein in die Abgasleitung eingesetzter Katalysator (7, 8) nachgeschaltet ist, und mit einer schaltbaren Bypassleitung (9), mit der zumindest ein Teil des Abgases unter Umgehung der Abgasturbine in die Abgasleitung eingeleitet wird, dadurch gekennzeichnet, daß der die Abgasturbine (3) durchströmende Abgasstrom den Katalysator (7) nur über einen Teil (20) seiner Querschnittsfläche beaufschlagt.
2. Abgasanlage nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß am Ausgang (12) der Abgasturbine (3) ein die Expansion des ausströmenden Abgases beeinflussendes Leitelement (11) angeordnet ist.
3. Abgasanlage nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß das Leitelement ein durchströmtes Rohr (11) ist, dessen Ausgangsquerschnitt kleiner als der Eintrittsquerschnitt des nachgeschalteten Katalysators (7) ist.
4. Abgasanlage nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen dem Leitelement (11) und der Abgasleitung (1, 5) ein Zwischenraum (16,17) ausgebildet ist, in den die Bypassleitung (9) mündet.
5. Abgasanlage nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Zwischenraum als Ringraum (16, 17) ausgebildet ist.
6. Abgasanlage nach einem der vorangehenden An-

sprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Leitelement (11) und der nachgeschaltete Katalysator (7) mit einem Abstand zueinander in der Abgasleitung (1, 4) angeordnet sind, der kleiner ist als die Länge des Leitelementes.

7. Abgasanlage nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Leitelement (11) und der nachgeschaltete Katalysator (7) im wesentlichen zylindrisch ausgebildet sind, und daß die Zylinderachsen zumindest annähernd fluchten.

8. Abgasanlage nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Katalysator als Startkatalysator (7) ausgebildet ist, dem ein Hauptkatalysator (8) mit größerem Volumen nachgeschaltet ist.

9. Abgasanlage nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Katalysator (7) über zumindest einen Teil seiner Länge durch eine Trennschicht (19) unterteilt ist.

10. Abgasanlage nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Trennschicht (19) den Katalysator in einen inneren Abschnitt (20) und einen äußeren Abschnitt (21) unterteilt, wobei der innere Abschnitt von dem die Abgasturbine (3) durchströmenden Abgas beaufschlagt wird.

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

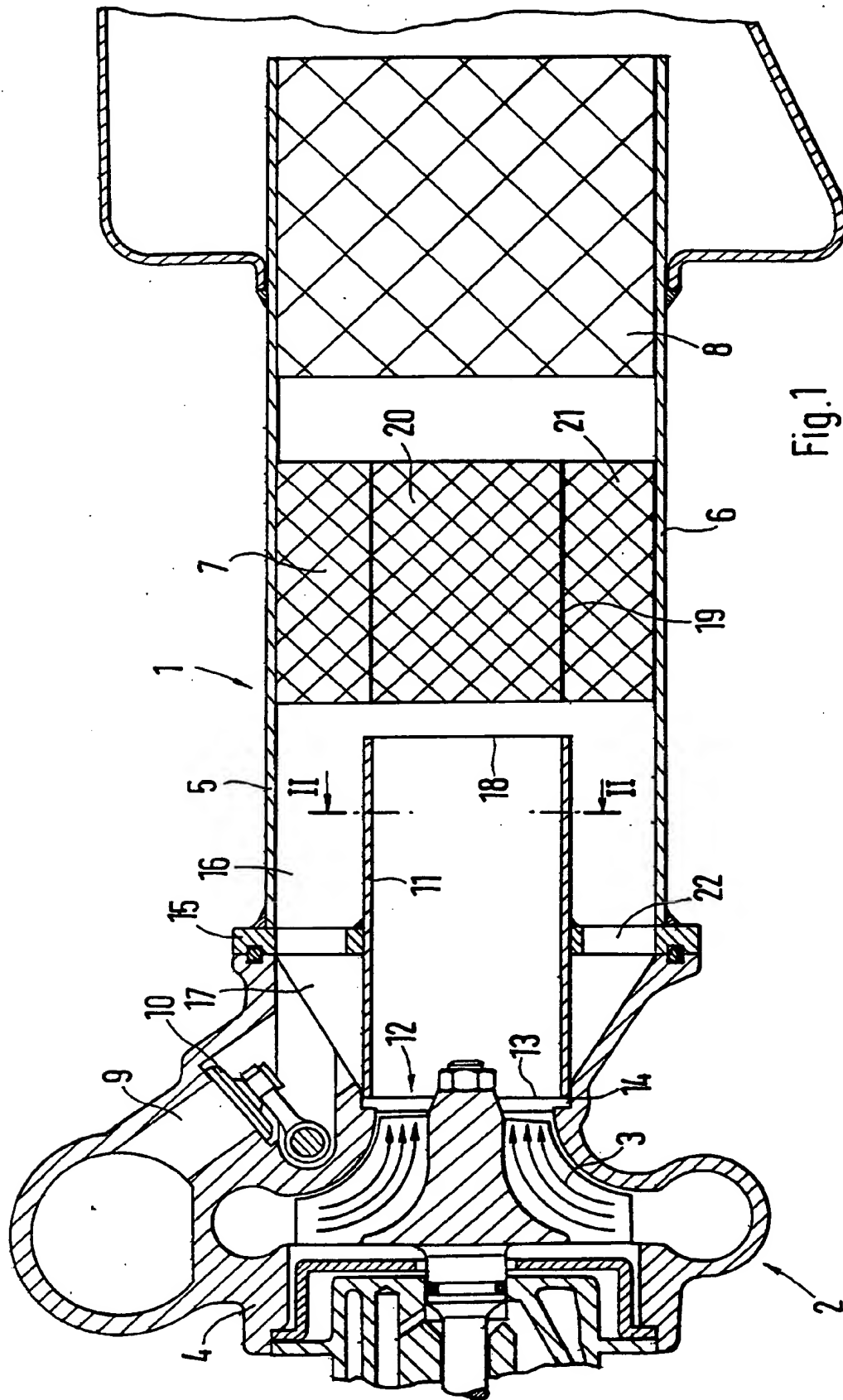


Fig. 1

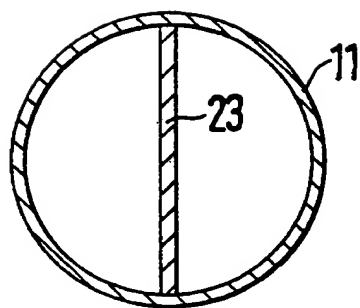


Fig. 2a

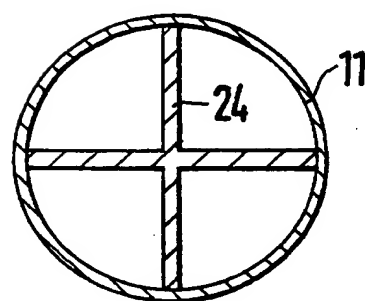


Fig. 2b